

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-008490

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H02P 6/20

(21)Application number : 11-176220

(71)Applicant : ISUZU CERAMICS RES INST CO  
LTD

(22)Date of filing : 23.06.1999

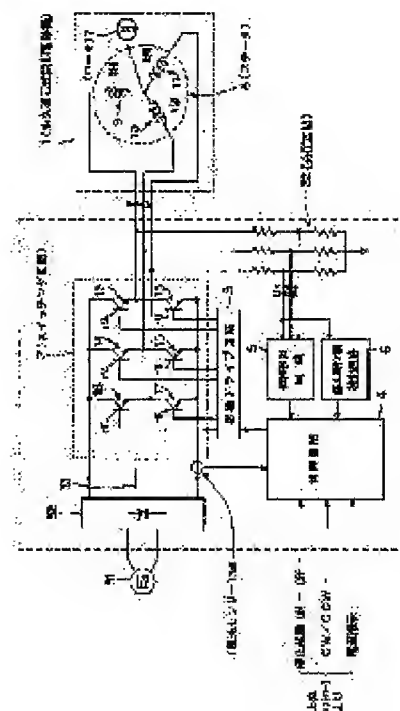
(72)Inventor : AKIYAMA KAZUNARI

## (54) CONTROLLER AND CONTROL METHOD FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To start a rotor, without attaching a rotor position detector to a motor and to the rotational speed matching the prescribed load.

**SOLUTION:** This controller is provided with a stop phase rotor position detection circuit 6, which detects a rotor position relative to a stator by applying a small current which does not start a rotor 7 to the predetermined one of the windings 9, 10, 11 of the stator 8 and detecting a back electromotive force generated at the windings, to which the small current of a stator 8 is not applied, and a controller 4 which transmits a switching signal to a switching circuit 2, when the rotation and the phase of a rotor come to be detectable by a phase detection circuit 5, by gradually increasing a current, in conducting a lead-in excitation control of a rotor 7, and taking as a start current, an applied current, when the torque obtained by the applied current is in excess of load torque, so as to start a mode for increasing the rotational frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is equipment which controls the permanent magnet type synchronous motor equipped with Rota which consisted of permanent magnets, and the stator by which it has been arranged around this Rota and the coil for excitation has been arranged. The switching circuit which connects / severs the current impressed to the coil of a stator, The phase detector which detects the phase of Rota from the electrical potential difference by which induction is carried out to the coil of said stator, It has the switching signal generating circuit which the switching signal which drives the above-mentioned switching circuit based on the detecting signal of the above-mentioned phase detector generates. Furthermore, the minute current which is extent which Rota does not rotate to the coil beforehand defined among the coils of said stator when above-mentioned Rota was in a idle state is energized. The Rota location detector which detects the induced voltage generated in the coil which does not energize said minute current of a stator at this time, and detects the location of Rota to the above-mentioned stator, From the location of this detected Rota, it faces and carries out for performing drawing-in excitation control of Rota. Increase the drawing-in current gradually and the making current in the time of the torque acquired with the switched-on current becoming larger than load torque is made into the starting current. The control unit of the permanent magnet type synchronous motor equipped with the control circuit which goes into the mode of steady operation and controls a switching signal generating circuit when it went into the mode which increases the rotational frequency according to the acquired starting current and the above-mentioned induced voltage detection equipment could detect rotation of Rota.

[Claim 2] It is the approach of controlling the permanent magnet type synchronous motor equipped with Rota which consisted of permanent magnets, and the stator by which it has been arranged around this Rota and the coil for excitation has been arranged. The switching circuit which connects / severs the current impressed to the coil of a stator, It is applied to the permanent magnet type synchronous motor equipped with the phase detector which detects the electrical potential difference by which induction is carried out to the coil of said stator, and the switching signal generating circuit which the switching signal which drives the above-mentioned switching circuit based on the detecting signal of the above-mentioned phase detector generates. The minute current which is extent which Rota does not rotate to the coil beforehand defined among the coils of said stator when above-mentioned Rota was in a idle state is energized. Detect the induced voltage generated in the coil which does not energize said minute current of a stator at this time, detect the location of Rota to the above-mentioned stator, and it faces performing drawing-in excitation control of Rota from the location of this detected Rota. Increase the drawing-in current gradually and the making current in the time of the torque acquired with the switched-on current becoming larger than load torque is made into the starting current. The control approach of the permanent magnet type synchronous motor which goes into the mode of steady operation and controls a switching signal generating circuit when it goes into the mode which increases the rotational frequency according to the acquired starting current and the above-mentioned induced voltage detection equipment can detect rotation of Rota.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Rota is related with the control unit which can be started in the predetermined direction by the proper impetus corresponding to a load, and the control approach also in the condition of having stopped in the location of arbitration to the stator, without this invention's relating to the control unit and the control approach of a permanent magnet type synchronous motor, especially equipping a motor with the detector for the Rota location detection.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to arrange the stator which equipped with the coil of two or more phases the perimeter in Rota where the permanent magnet type synchronous motor generally consisted of permanent magnets and to carry out motor operation of this motor, it is necessary to detect the stator arranged around Rota, and the phase of Rota, and to determine the timing which impresses and excites an electrical potential difference to each coil of a stator.

[0003] Usually, there are the following approaches as an approach of detecting the phase to the stator of Rota. One is the approach of attaching the Rota position transducer, i.e., a rotary encoder, a hall device, etc. in a motor, and detecting, absolute location, i.e., phase, to a stator of Rota.

[0004] Other approaches are approaches of measuring the induced voltage generated in the coil of a stator, and detecting the location of Rota to a stator, while the rotor is rotating.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since cost increases and the attachment tooth space of a position transducer is needed as a position transducer is attached, the volume and mass of a motor will increase the approach of attaching the Rota position transducer in the motor mentioned above.

[0006] Furthermore, when the Rota position transducer is attached in a motor, we are anxious about the cost rise for corresponding to the fall of dependability in case Rota rotates at high speed, and high-speed responsibility. Moreover, when wiring to these detectors increases in number, there is a possibility that the dependability as the whole system may fall, and in order to hold this dependability, and since the number of fitters of components increases, there is a problem that a manufacturing cost increases.

[0007] On the other hand, after Rota has stopped, since induced voltage does not occur in a stator, the method of detecting the induced voltage of a stator at the time of rotation of Rota cannot detect the absolute location to the stator of Rota.

[0008] Therefore, the permanent magnet type synchronous motor should attach the Rota position transducer, should determine the timing which impresses and excites an electrical potential difference to each coil of the stator which detected with this position transducer, absolute location, i.e., phase, to a stator of Rota, and was adapted for that phase, and should have started.

[0009] Thus, if it was in the permanent magnet type synchronous motor, after Rota reached a fixed rotational speed after that, based on the positional information which measured the induced voltage generated in the coil of a stator, detected the location of Rota, and was detected so that Rota might

accomplish stationary rotation, connection/rupture of a pulse voltage were performed to the predetermined coil of a stator, and it was controlling by the control circuit so that Rota became a predetermined rotational frequency.

[0010] Thus, in order to control a permanent magnet synchronous motor until it results in predetermined stationary rotation from the time of starting, the problem that a position transducer had to be attached was in the motor.

[0011] Then, this invention starts Rota, without forming the Rota position transducer in a motor, and aims at offering the control unit and the control approach of the permanent magnet type synchronous motor which can be made into the rotational frequency which suited the predetermined load.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Invention of this application which solves the above-mentioned technical problem according to claim 1 It is equipment which controls the permanent magnet type synchronous motor 1 equipped with Rota 7 which consisted of permanent magnets, and the stator 8 by which it has been arranged around this Rota 7 and the coils 9, 10, and 11 for excitation have been arranged. The switching circuit 2 which connects / severs the current impressed to the coils 9, 10, and 11 of a stator 8, The phase detectors 5 and 6 which detect the electrical potential difference by which induction is carried out to the coils 9, 10, and 11 of said stator 8, It has the control circuit 4 which generates the switching signal which drives the above-mentioned switching circuit 2 based on the detecting signal of the above-mentioned phase detectors 5 and 6. Furthermore, the minute current which is extent which Rota 7 does not rotate to the coil beforehand defined among the coils 9, 10, and 11 of said stator 8 when above-mentioned Rota 7 was in a idle state is energized. The Rota location detectors 5 and 6 which detect the induced voltage generated in the coil which does not energize said minute current of a stator 8 at this time, and detect the location of Rota 7 to the above-mentioned stator 8, From the location of this detected Rota 7, it faces performing drawing-in excitation control of Rota 7. Increase the drawing-in current gradually and the making current in the time of the torque acquired with the switched-on current becoming larger than load torque is made into the starting current. When it goes into the mode which increases the rotational frequency according to the acquired starting current and the above-mentioned induced voltage detection equipment can detect rotation of Rota, it is the control unit of the permanent magnet type synchronous motor equipped with the control circuit 4 which performs control which usually goes into operation mode.

[0013] In this application moreover, invention according to claim 2 It is the approach of starting the permanent magnet type synchronous motor 1 equipped with Rota 7 which consisted of permanent magnets, and the stator 8 by which it has been arranged around this Rota 7 and the coils 9, 10, and 11 for excitation have been arranged. The switching circuit 2 which connects / severs the current impressed to the coils 9, 10, and 11 of a stator 8, The detector 7 which detects the electrical potential difference by which induction is carried out to the coils 9, 10, and 11 of said stator 8, It has the control circuit 4 which the switching signal which drives the above-mentioned switching circuit 2 based on the detecting signal of the above-mentioned detector 7 generates. The minute current which is extent which Rota 7 does not rotate to the coil beforehand defined among the coils 9, 10, and 11 of said stator 8 when above-mentioned Rota 7 was in a idle state is energized. Detect the induced voltage generated in the coil which does not energize said minute current of a stator 8 at this time, detect the location of Rota to the above-mentioned stator, and it faces performing drawing-in excitation control of Rota 7 from the location of this detected Rota 7. Increase the drawing-in current gradually and the making current in the time of the torque acquired with the switched-on current becoming larger than load torque is made into the starting current. When it goes into the mode which increases the rotational frequency according to the acquired starting current and the above-mentioned induced voltage detection equipment can detect rotation of Rota, it is the control approach of the permanent magnet type synchronous motor which controls the control circuit 4 which usually goes into operation mode.

[0014] [Function]

(Detection of a halt location) The induced voltage generated in the coil which energizes the minute current which is extent which Rota 7 does not rotate to the coil beforehand defined among the coils 9,

10, and 11 of said stator 8 when Rota 7 is in a idle state, and does not energize said minute current of a stator 8 at this time is detected, and the location of Rota to the above-mentioned stator is detected. That is, the minute current which is extent which Rota 7 does not start to the specific coil (for example, between the +U phase 9 and the -V phase 10) of a stator 8 is passed. Then, the induced voltage generated in the phase (for example, during the W phase 11-middle point) which is not passing the current is detected, and the location of Rota 7 is detected. Here, the electrical potential difference which that the location of Rota 7 is detectable generates in the coil 11 of the stator which does not pass a current is based on the inductance value of coils 10 and 9 changing with a stator 8 and the locations of Rota 7, and having a characteristic value.

[0015] (Drawing-in excitation and starting of Rota) Next, drawing-in excitation control of Rota 7 is performed from the location of this detected Rota 7. This drawing-in excitation is technique generally used in the synchronous motor.

[0016] In this invention, the making current in the time of the torque acquired with the current which increases gradually and switched on the drawing-in current of Rota 7 on the occasion of this drawing-in excitation becoming larger than load torque is made into the starting current.

[0017] And it goes into the mode which faces starting a motor and increases the rotational frequency to it according to the acquired starting current, and when the above-mentioned induced voltage detection equipment can detect rotation of Rota, the usual motor motion control in a control circuit is performed.

[0018] These the control of a series of can detect the current of the moment the rotor started, and the making current corresponding to a load can be acquired. In addition, when performing level-luffing-motion excitation, it is suitable to perform PWM control, and it is necessary to raise a current value gradually in this case.

[0019]

[The gestalt of invention implementation] The control unit and the control approach of the permanent magnet type synchronous motor built over the gestalt of operation of this invention below are explained.

[0020] Drawing 1 thru/or drawing 11 show the control unit of the permanent magnet type synchronous motor concerning this invention, and the gestalt of operation of the control approach. this example -- as a permanent magnet type synchronous motor -- Rota 7 -- a 2 pole type thing -- moreover, the thing of the coil (U phase, V phase, W phase) of a three phase circuit is explained to a stator 8 as an example.

[0021] (Configuration of the control unit of a permanent magnet type synchronous motor) Drawing 1 shows the configuration of the whole control unit of the permanent magnet type synchronous motor concerning this invention. This example shall have obtained power from the power unit which the permanent magnet type synchronous motor 1 is for the drive of a car, and consists of AC generator 31 and rectifier circuit 32 which are driven with an internal combustion engine (not shown), and a capacitor 33 for smooth.

[0022] In this drawing, 1 is a permanent magnet type synchronous motor, and Rota where seven consisted of permanent magnets of two poles (N pole / one pole of each south pole) among these motors 1, and 8 enclose this Rota 7, and show the stator which a drive current is impressed [ stator ] to each coils 9, 10, and 11, and rotates above-mentioned Rota 8. [ every ]

[0023] Moreover, the partial pressure circuit which the switching circuit 2 connects / severs a sequential drive current [ switching circuit ], and 4 are impressed to a control circuit at each coils 9, 10, and 11 of the stator 8 of the above-mentioned motor 1, and 22 is impressed to coils 9, 10, and 11, or falls the electrical potential difference by which induction is carried out, and outputs partial pressures U4, V4, and W4 is shown.

[0024] A switching circuit 2 consists of an insulating drive circuit 3 which insulates electrically connection/rupture actuation of the switching elements 12-17 which connect / sever power, and these switching elements 12-17 from a control circuit 4 to coils 9, 10, and 11, and transmits a signal to them.

[0025] In this example, the above-mentioned control circuit 4 shall detect the phase to the stator 8 of Rota 7 with the phasing signal which the phase detector 5 detected with induced voltage, when the permanent magnet type synchronous motor 1 is rotating by the steady state.

[0026] Moreover, since induced voltage does not occur in Rota and this control circuit 4 cannot detect a phase by the phase detector 5 when the permanent magnet type synchronous motor 1 has stopped, it judges the above-mentioned control circuit 4 to be what the permanent magnet type synchronous motor 1 has stopped.

[0027] furthermore, when it is judged that the permanent magnet type synchronous motor 1 has stopped the control circuit 4 and there is a command of motor operation which starts the permanent magnet type synchronous motor 1 from the exterior Drawing-in excitation control for drawing the location of a rotor 7 to the coil location where the stator 8 was decided based on the phase of the stator 8 of Rota 7 which detected the phase to the stator 8 of Rota 7, next was detected is performed.

[0028] And the control circuit 4 increases the drawing-in current of Rota 7 gradually on the occasion of drawing-in excitation. The making current in the time of the torque acquired with the switched-on current becoming larger than load torque is made into the starting current. The condition that the rotational frequency is increased according to the acquired starting current, and rotation of Rota 7 can be detected in the phase detector 5, Namely, when the engine speed of Rota 7 rises, the induced voltage from the permanent magnet type synchronous motor 1 becomes more than predetermined level and it changes into the condition that the phase of Rota 7 is detectable in the phase detector 5, The switching timing of a switching circuit 2 shall be generated based on the positional information detected by the phase detector 5, and stationary rotation of the motor 1 shall be carried out.

[0029] Drawing 2 shows the configuration of the control circuit 4 shown in drawing 1 . In drawing 2 , 21 is based on the halt starting ON-OFF signal with which it is ordered from the outside. The latch signal SS It is the timing generating circuit which outputs the halt starting mode assignment signal LS and a halt location detection pulse. Moreover, 23 and 24 show the insulating circuit which insulates electric \*\* for the signal (Wfn, Wz) from the phase detector 6 by Hazama with a control circuit 4 at the time of the signal (U3, V3, W3) from the phase detector 5, and a halt, and tells a signal.

[0030] Furthermore, they are the signal Wfn1 for 18 to perform drawing-in actuation of Rota 7 in drawing 2 , and Wz1. The false rotation signal generating circuit to generate, 19 follows the above-mentioned halt starting mode assignment signal. The position signal from the above-mentioned insulating circuit 23 (U2, V2, W2), Or the false rotation signal (UP, VP, WP) from the above-mentioned false rotation signal generating circuit 18 is switched. The signal selection circuitry which outputs a rotation signal (U1, V1, W1), and 20 show 6 step generating circuit which generates a pulse signal (+U1, +V1, +W1, -U1, -V1, -W1) based on the output signal from the above-mentioned signal selection circuitry 19.

[0031] Moreover, in drawing 2 , 25 shows the logical circuit which carries out logic synthesis of an PWM signal or the halt location detection pulse, and is transmitted to a switching circuit 2 through the insulating drive circuit 3 based on signal conditions to the step signal (+U1, +V1, +W1, -U1, -V1, -W1) from the above-mentioned 6 step generating circuit 20.

[0032] This logical circuit 25 consists of OR element 257,258 which outputs an AND with the output of two AND elements 251,255 among six AND elements 251-256 which output the AND of the above-mentioned PWM signal and the above-mentioned step signal (+U1, +V1, +W1, -U1, -V1, -W1), and the halt location detection pulse from the above-mentioned timing generating circuit 21 and above-mentioned AND elements 251-256. OR element 257,258 makes +U phase and -V phase generate a halt location detection switching pulse here based on the halt location detection pulse from the timing generating circuit 21.

[0033] By inputting a control output (+U, +V, +W, -U, -V, -W) into the above-mentioned insulating drive circuit 3 from this logical circuit 25, a switching circuit 2 outputs the driving signal of a permanent magnet type synchronous motor.

[0034] Next, the false rotation signal generating circuit 18 is explained. Drawing 3 shows the configuration of the false rotation signal generating circuit 18 arranged to the control circuit 2 of drawing 2 .

[0035] In this drawing, 81 is a forward negative logic judging circuit which receives forward / negative signal from the phase detector 6 at the time of the zero cross signal from the above-mentioned phase

detector 5, and a halt, and generates a forward negative logic judging signal.

[0036] 82 is a latch timing generating circuit which receives the latch signal from the above-mentioned timing generating circuit 21, and generates a latch timing signal and an initial counter value set signal.

[0037] It is a latch circuit the second half which a latch circuit and 84 receive the latch timing signal from the above-mentioned forward negative logic judging circuit 81 and the latch timing signal generating circuit 82, and the second half part of a latch timing signal is detected, and occurs a latch signal the first half which 83 receives the latch timing signal from the above-mentioned forward negative logic judging circuit 81 and the latch timing signal generating circuit 82, and a part for the first portion of a latch timing signal is detected, and generates a latch signal.

[0038] 85 is a halt location judging circuit which judges to which phase Rota 7 has stopped (refer to drawing 5), and generates a phasing signal (a phase 1, four signals, a phase 2, five signals, a phase 3, six signals) with the latch signal and latching timing signal from a latch circuit 84 a latch circuit 83 and the second half in the first half of the above.

[0039] 86 is an initiating excitation spotting circuit which determines an initiating excitation location based on forward / inverse rotation indication signal (CW/CCW) with which it is ordered the above-mentioned phasing signal from the outside.

[0040] 87 The signal and the initial value counter value set signal from the above-mentioned latch timing generating circuit 82 from the above-mentioned initiating excitation spotting circuit 86, It corresponds to the location (a position 1 - position 6 (refer to drawing 6)) of six places which Rota 7 may have stopped based on the AND (it calculates by AND element 89) of the halt starting mode signal specified, and the above-mentioned latch timing signal and a false rotation clock signal from the outside. It is 6 \*\* counter circuit which generates the step signal which determines initial counted value based on the above-mentioned halt phase.

[0041] 88 is a UVW phase-rotation signal transformation circuit which outputs the rotation signal (UP, VP, WP) for drawing and controlling Rota 7 based on the step signal from the above-mentioned 6 \*\* counter.

[0042] (Control action of the control unit of a permanent magnet type synchronous motor) Actuation of the control unit of the permanent magnet type synchronous motor built over the above-mentioned example below is explained. In addition, about actuation of the motor after starting actuation termination, since it is the same as that of the usual permanent magnet type synchronous motor, the explanation is omitted.

[0043] [Detection of the Rota phase in the time of a halt] In the time of a halt of a motor 1, the phase to the stator 8 of Rota 7 is detected first.

[0044] In this example, in order that a control circuit 4 may pass a fixed time amount current to the coil U phase 9 and the V phase 10, as shown in drawing 1, the switching element 10U phase 12 and the -V phase 15 are turned ON, and a switching pulse is generated.

[0045] At this time, the electrical potential difference generated in the W phase 11 of a coil among coils is detectable in the halt phase detector 6, as shown in drawing 4. That is, when passing the current shown in the coil U phase and the coil V phase at drawing 4, it is because the induced voltage generated in the coil 11 of W phase of a stator 8 will change with locations of Rota 7.

[0046] In this condition, as shown in drawing 5, even if Rota 7 was what kind of phase (a position 1 - position 6), as shown in drawing 4, in the W phase 11 of a stator 8, the wave-like induced voltage of a proper different, respectively occurs, and the location of Rota 7 can be detected.

[0047] [Starting of a motor] When starting a motor from the time of a halt, it draws by the topology of Rota 7 detected first, and excitation control is performed. This example has Rota 7 in a position 1 (refer to drawing 5 and drawing 6), when driving this Rota 7 to a clock hand of cut (refer to CW and drawing 7), is attached and is explained.

[0048] In this case, actuation which draws the location of Rota 7 by drawing-in excitation control to the coil location where the stator 8 was decided based on the location where Rota 7 was detected is performed.

[0049] In this example, a false rotation signal (UP, VP, WP) performs level-luffing-motion actuation, as

a false rotation signal (UP, VP, WP) is generated and it is shown in drawing 7 by the false rotation signal generating circuit 18.

[0050] In this example, as shown in drawing 8 (1) \*\*, inverse rotation of Rota 7 is carried out, and rotation excitation actuation is performed after that ( drawing 8 (1) \*\*). The level-luffing-motion excitation control at this time shall raise a current gradually by PWM control.

[0051] And when the torque acquired according to the making current becomes larger than load torque, a motor starts and it becomes a level-luffing-motion (Rota rotating) excitation location ( drawing 8 (1) \*\*).

[0052] The example shown in this drawing 6 is the case of the position 1 which Rota 7 showed to drawing 5 , and when Rota 7 is other positions (i.e., also when it is in a position 2 - a position 6), it can be controlled similarly.

[0053] And in order to make a clock hand of cut (CW) rotate Rota at this time, as shown in \*\* \*\* from drawing 8 (1) \*\*, it draws, excitation actuation of Rota 7 is carried out, and N pole in Rota 7 is moved to f location of drawing 6 . It is \*\*, using as the starting current the making current in the time of the torque acquired with the current which increases gradually and switched on the drawing-in current of Rota 7 on the occasion of drawing-in excitation becoming larger than load torque, as shown in rotation excitation actuation ( drawing 8 (1) \*\*) from this condition.

[0054] Then, the condition that the rotational frequency is increased according to the acquired starting current, and rotation of Rota can be detected in the phase detector 5, Namely, when it changes into the condition that the engine speed of Rota 7 rises, the induced voltage more than predetermined level is detected from the permanent magnet type synchronous motor 1 in the phase detector 5, and the phase of Rota 7 can be detected, The switching timing of a switching circuit 2 is generated based on the positional information detected by the phase detector 5, and stationary rotation of the motor 1 is carried out.

[0055] Moreover, when driving a permanent magnet type synchronous motor counterclockwise (CCW), it can be made to be able to respond to the control mentioned above, and as shown in drawing 9 (1) and (2) as halt location detection \*\*, drawing-in excitation actuation \*\*, and rotation excitation actuation \*\*, it can control.

[0056] [6 Example of the permanent magnet type synchronous motor which uses pole type Rota]  
Although the above-mentioned example explained starting of the permanent magnet type synchronous motor which uses Rota of two poles Also about what used the thing of six poles which equipped Rota with three pairs of magnetic poles as shown in drawing 10 and drawing 11 , and formed the coil of U, V, and W in the stator at 18 places It is clear that the control unit and the control approach of the permanent magnet type synchronous motor concerning this invention are completely controllable similarly.

[0057]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the control unit and the control approach of the permanent magnet type synchronous motor concerning this invention, a motor can be started by the proper impetus to a predetermined hand of cut, without forming the position transducer of Rota.

[0058] Moreover, since a position transducer is not needed on the occasion of phase detection of Rota, the cost which arranges a position transducer is reduced, and also the tooth spaces which arrange a position transducer can be reduced, a motor can be miniaturized, and the fall of the dependability by forming a position transducer further can be prevented.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the basic configuration of the control device of the permanent magnet type synchronous motor concerning this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the control circuit of the control device of the permanent magnet type synchronous motor shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of the artificial circuit signal generating circuit of the control device shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is the wave form chart showing W phase voltage and the switching signal in each Rota position shown in drawing 5 .

[Drawing 5] It is drawing showing the example of the control device of the permanent magnet type synchronous motor concerning the gestalt of operation, and the Rota position at the time of a motor halt of the control approach.

[Drawing 6] It is drawing showing the condition of Rota and a stator.

[Drawing 7] It is the wave form chart showing the condition of each coil of a stator.

[Drawing 8] It is drawing showing excitation of the control unit of the permanent magnet type synchronous motor concerning the gestalt of operation, and the stator from halt location detection of Rota in level-luffing-motion excitation control of the control approach to rotation excitation, and a series of actuation of Rota from two halt locations of Rota.

[Drawing 9] They are the control unit of the permanent magnet type synchronous motor concerning the gestalt of operation, and drawing in which drawing from halt location detection of Rota in level-luffing-motion excitation control of the control approach, and showing excitation of the stator to excitation, and a series of actuation of Rota from two halt locations of Rota.

[Drawing 10] It is drawing showing the excitation control from the time of a halt of the activation status of the 6 pole type permanent magnet type synchronous motor concerning the gestalt of other operations concerning this invention.

[Drawing 11] It is drawing showing the excitation control from the time of a halt in other halt locations of the activation status of the 6 pole type permanent magnet type synchronous motor concerning the gestalt of other operations concerning this invention.

### [Description of Notations]

- 1 Permanent Magnet Type Synchronous Motor
- 2 Switching Circuit
- 3 Insulating Drive Circuit
- 4 Control Circuit
- 5 Phase Detector
- 6 It is Phase Detector at the Time of Halt.
- 7 Rota
- 8 Stator
- 9 Coil U Phase

10 Coil V Phase  
11 Coil W Phase  
12 Switching Element +U  
13 Switching Element - U  
14 Switching Element +V  
15 Switching Element - V  
16 Switching Element +W  
17 Switching Element - W  
18 False Rotation Signal Generating Circuit  
19 Signal Selection Circuitry  
20 6 Step Generating Circuit  
21 Timing Generating Circuit  
22 Partial Pressure Circuit  
23 Insulating Circuit  
24 Insulating Circuit  
25 Logical Circuit  
26 Current Control PWM Generating Circuit  
27 False Rotation Clock Generation  
31 AC Generator  
32 Rectifier Circuit  
33 Capacitor for Smooth  
34 Current Sensor  
81 Forward Negative Logic Judging Circuit  
82 Latch Timing Generating Circuit  
83 First Half Latch Circuit  
84 Second Half Latch Circuit  
85 Halt Location Judging Circuit  
86 Initiating Excitation Spotting Circuit  
87 6 \*\* Counter Circuit  
88 UVW Phase-Rotation Signal Transformation Circuit

---

[Translation done.]

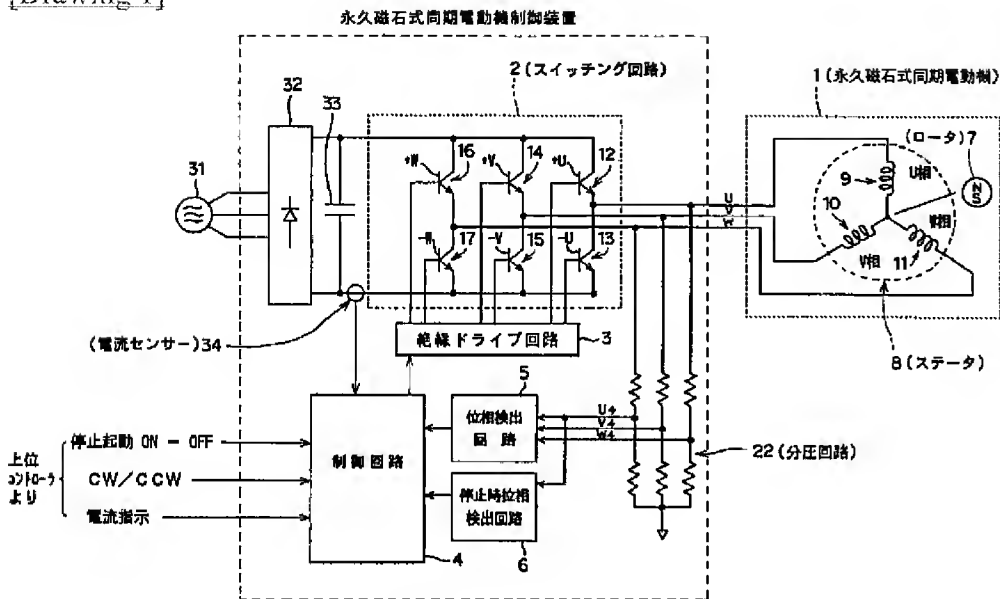
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

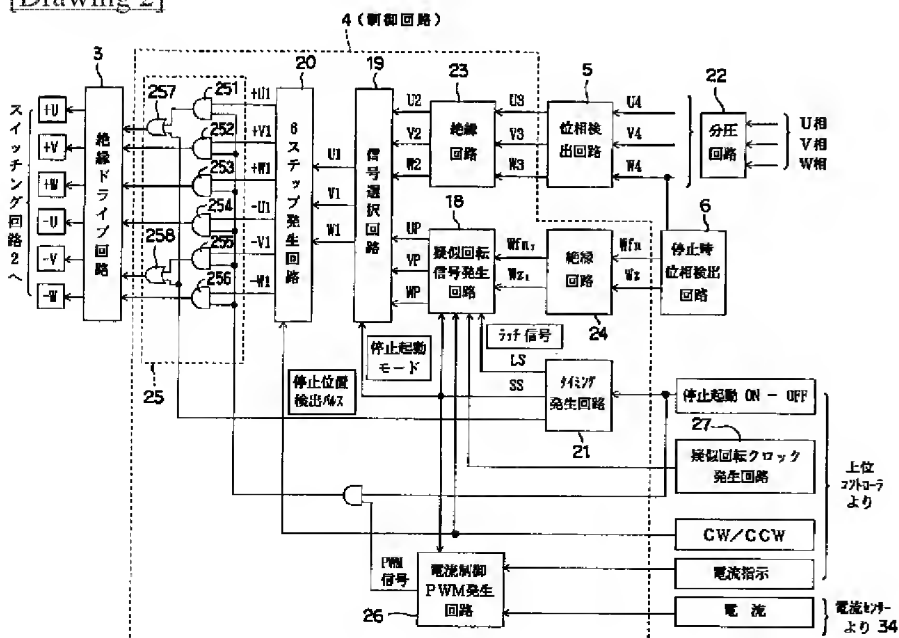
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

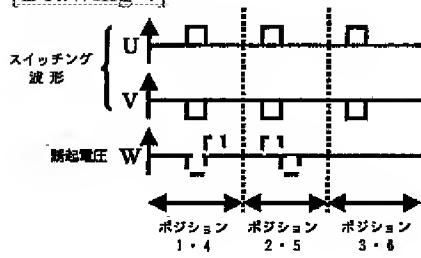
[Drawing 1]



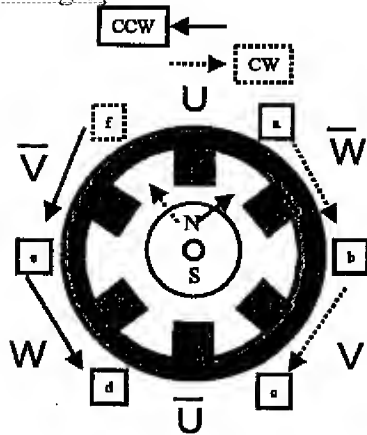
[Drawing 2]



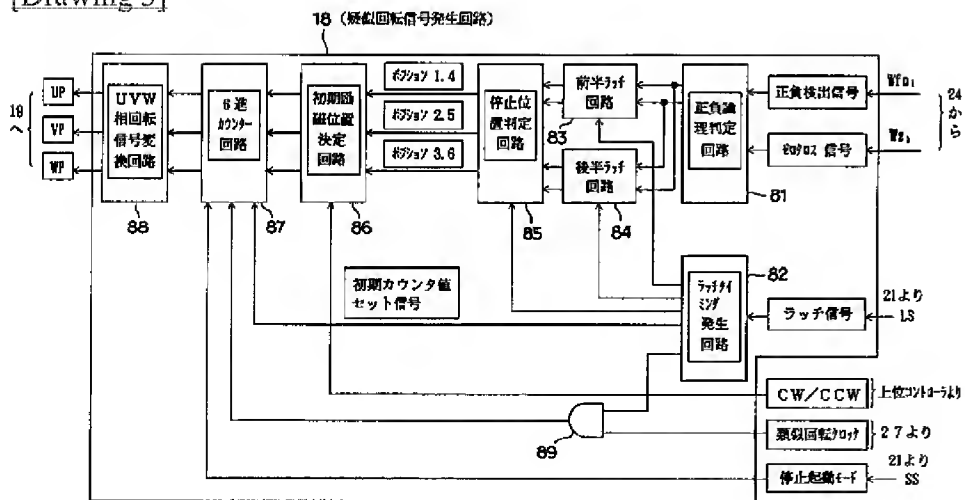
[Drawing 4]



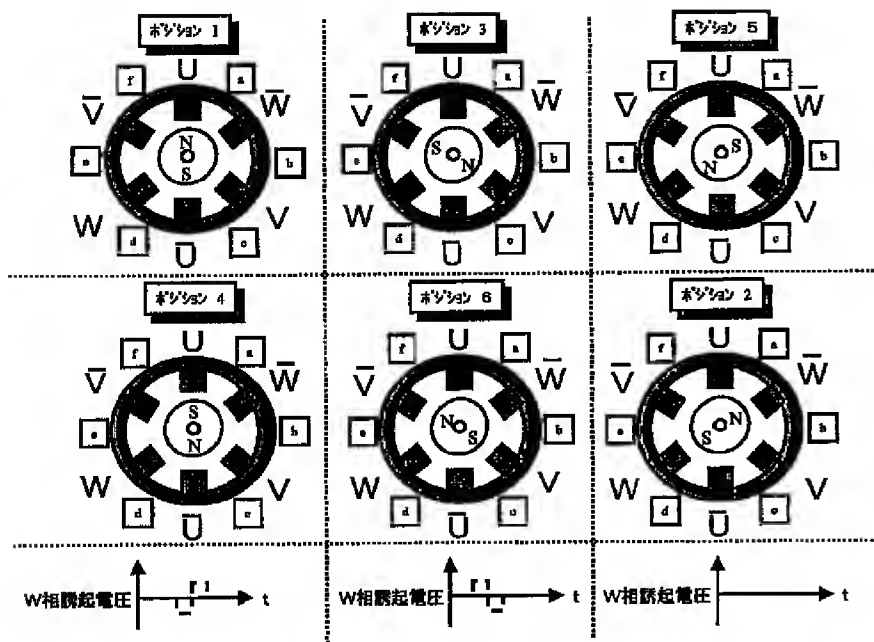
[Drawing 6]



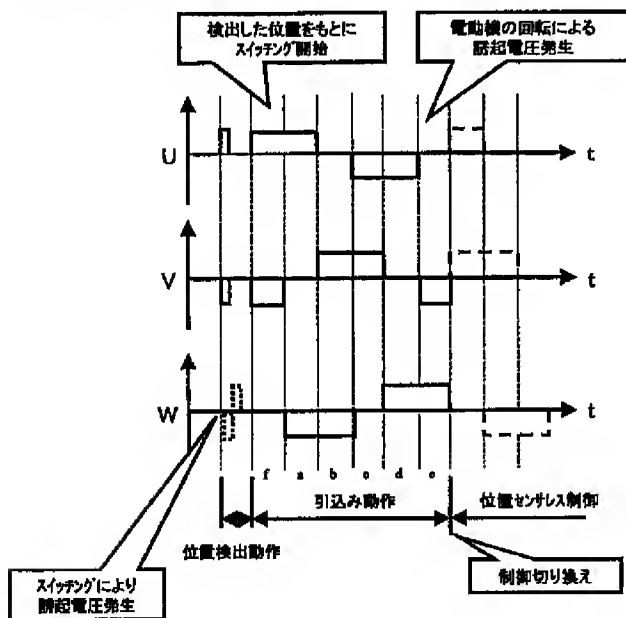
[Drawing 3]



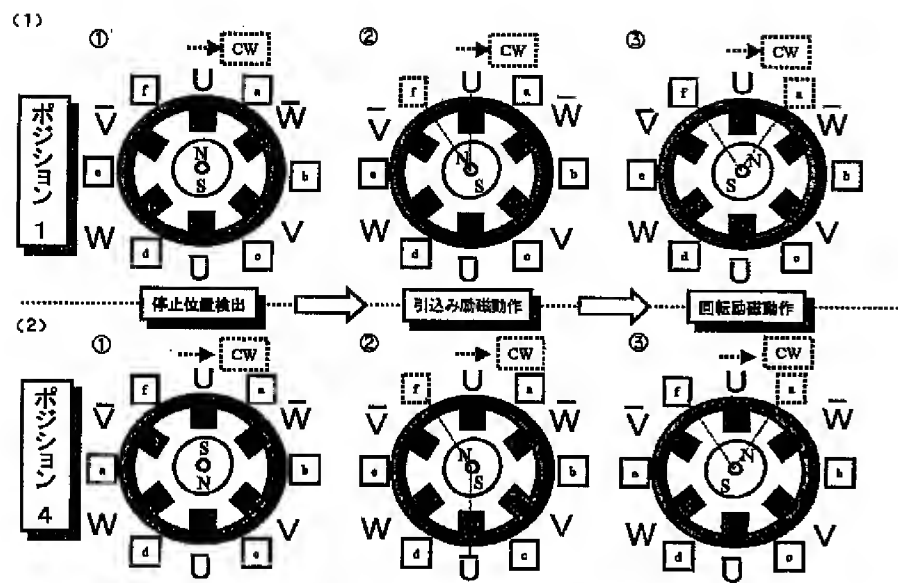
[Drawing 5]



[Drawing 7]

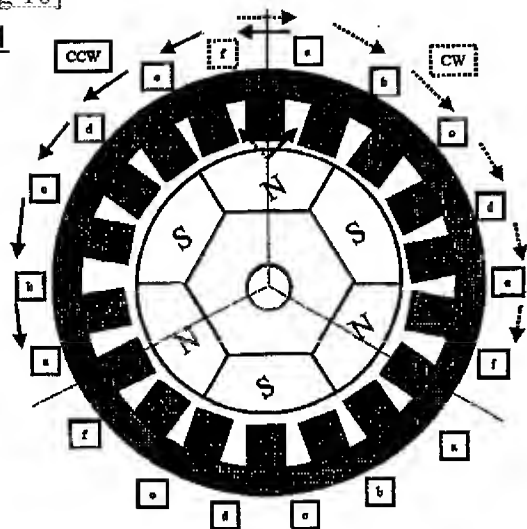


[Drawing 8]

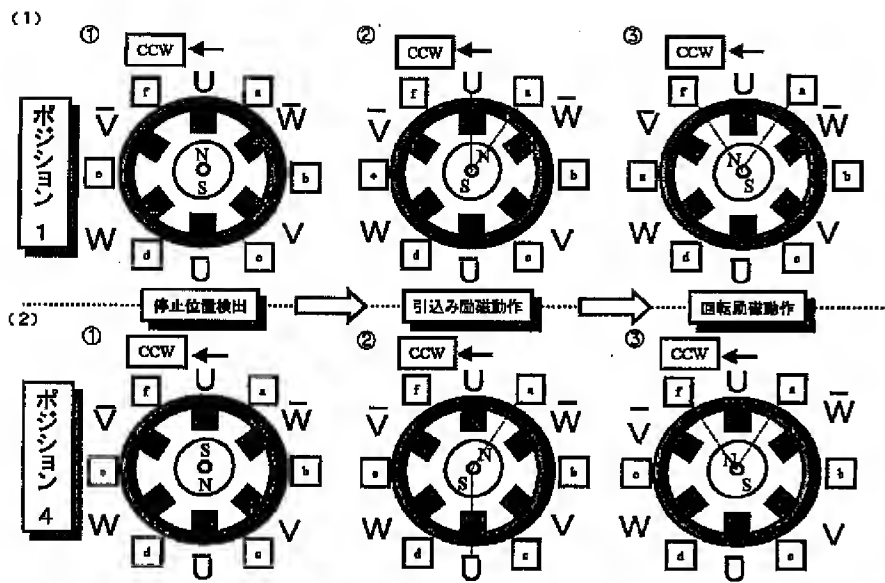


[Drawing 10]

ポジション1

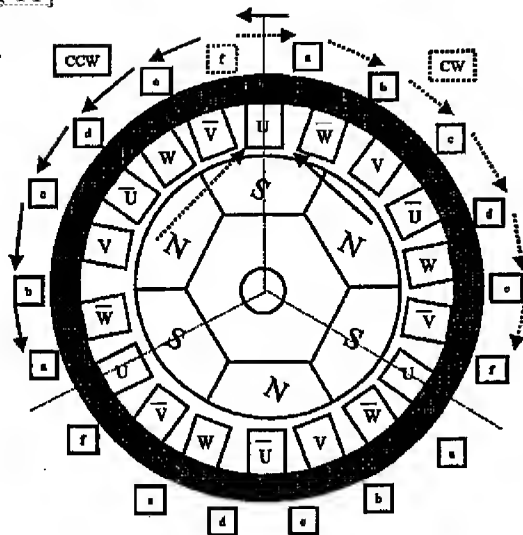


[Drawing 9]



[Drawing 11]

ポジション4



[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

(P2001-8490A)

(43)公開日 平成13年1月12日(2001.1.12)

 $\pi$ - $\gamma$   $\pi$ - $\pi^+$  (参考)

371B 5H560

審査請求 未請求 請求項の数 2 O.L. (全 10 頁)

(71)出願人 000125934

神奈川県藤沢市土棚8番地

(72) 発明者 秋山 和成

神奈川県相模原市相模原 6-21-17-402

弁理士 土橋 皓

Fターム(参考) 5H560 BB04 BB12 DA13 EB01 HA04

HA09 SS07 UA02 XA03 XA06

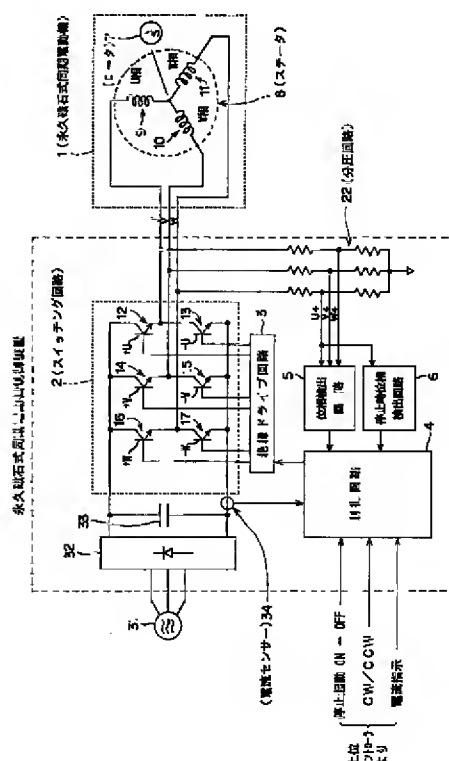
XA12

(54)【発明の名称】 永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法

(57) 【要約】

【課題】電動機にロータ位置検出器を設けることなくロータを起動し、所定の負荷に適合した回転数にまでその回転数を適合させることができる永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法を提供すること

【解決手段】ステータ8の巻線9、10、11の予め定めた巻線に停止しているロータ7が回転しない程度の微小電流を通電し、ステータ8の微小電流を通電しない巻線に発生した誘起電圧を検出してステータに対するロータの位置を検出する停止時位相ロータ位置検出回路6と、ロータ7の引き込み励磁制御を行なうに際してして、引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、回転周波数を増加していくモードに入り、位相検出回路5でロータの回転と位相を検出できるようになったときにスイッチング回路2へのスイッチング信号発生を行なう制御装置4を設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】永久磁石で構成されたロータと、該ロータの周囲に配置され、励磁用の巻線が配置されたステータとを備えた永久磁石式同期電動機を制御する装置であって、

ステータの巻線に印加する電流を接続／断絶するスイッチング回路と、

前記ステータの巻線に誘起される電圧からロータの位相を検出する位相検出回路と、

上記位相検出回路の検出信号に基づいて上記スイッチング回路を駆動するスイッチング信号の発生するスイッチング信号発生回路とを備え、

さらに、上記ロータが停止状態にあるとき前記ステータの巻線のうち予め定めた巻線にロータが回転しない程度の微小電流を通電し、このときステータの前記微小電流を通電しない巻線に発生した誘導電圧を検出して上記ステータに対するロータの位置を検出するロータ位置検出回路と、

この検出されたロータの位置から、ロータの引き込み励磁制御を行なうに際して、引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、得られた起動電流により回転周波数を増加していくモードに入り、上記誘起電圧検出装置でロータの回転が検出できるようになったときに定常運転のモードに入りスイッチング信号発生回路の制御を行う制御回路を備えた永久磁石式同期電動機の制御装置。

【請求項2】永久磁石で構成されたロータと、該ロータの周囲に配置され、励磁用の巻線が配置されたステータとを備えた永久磁石式同期電動機を制御する方法であって、

ステータの巻線に印加する電流を接続／断絶するスイッチング回路と、

前記ステータの巻線に誘起される電圧を検出する位相検出回路と、

上記位相検出回路の検出信号に基づいて上記スイッチング回路を駆動するスイッチング信号の発生するスイッチング信号発生回路とを備えた永久磁石式同期電動機に適用され、

上記ロータが停止状態にあるとき前記ステータの巻線のうち予め定めた巻線にロータが回転しない程度の微小電流を通電し、

このときステータの前記微小電流を通電しない巻線に発生した誘導電圧を検出して上記ステータに対するロータの位置を検出し、

この検出されたロータの位置から、ロータの引き込み励磁制御を行なうに際して、引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、得られた起動電流により回転周波数を増加していくモー

ドに入り、上記誘起電圧検出装置でロータの回転が検出できるようになったときに定常運転のモードに入りスイッチング信号発生回路の制御を行う永久磁石式同期電動機の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法に係り、特に電動機にロータ位置検出用の検出器を備えることなく、ロータがステータに対して任意の位置に停止した状態でも、所定の方に、負荷に対応した適正な起動力で起動させることができる制御装置及び制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、永久磁石式同期電動機は永久磁石で構成されたロータの周囲に複数相の巻線を備えたステータが配置され、該電動機を電動機運転させるには、ロータの周囲に配置されるステータとロータの位相を検出して、ステータの各巻線に電圧を印加して励磁するタイミングを決定する必要がある。

【0003】通常、ロータのステータに対する位相を検出する方法として以下の方法がある。一つは、電動機にロータ位置検出器、即ちロータリーエンコーダーやホール素子等を取り付け、ロータのステータに対する絶対的な位置すなわち位相を検出する方法である。

【0004】他の方法は、ロータが回転している時にステータの巻線に発生する誘起電圧を測定してステータに対するロータの位置を検出する方法である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した電動機にロータ位置検出器を取り付ける方法は、位置検出器を取付けるだけコストが嵩み、また位置検出器の取付スペースが必要となるため電動機の容積と質量とが増加することとなる。

【0006】さらに、電動機にロータ位置検出器を取付けた場合には、ロータが高速で回転する場合の信頼性の低下、及び高速応答性に対応するためのコストアップが懸念される。また、これらの検出器への配線が増えることにより、システム全体としての信頼性が低下する恐れがあり、この信頼性を保持するため及び部品の取り付け工数が増すために製造コストが増すという問題がある。

【0007】他方、ロータの回転時にステータの誘起電圧を検出する方法は、ロータが停止した状態では、ステータに誘起電圧が発生しないため、ロータのステータに対する絶対的な位置を検出することができない。

【0008】従って、永久磁石式同期電動機は、ロータ位置検出器を取り付け、この位置検出器によってロータのステータに対する絶対的な位置すなわち位相を検出し、その位相に適應したステータの各巻線に電圧を印加して励磁するタイミングを決定し、起動するものとしていた。

【0009】このように、永久磁石式同期電動機にあっては、その後、ロータが一定の回転速度に達したのち、ステータの巻線に発生する誘起電圧を測定してロータの位置を検出して、ロータが定常回転を成すよう検出した位置情報にもとづきステータの所定の巻線へパルス電圧の接続／断絶を行い、ロータが所定回転数になるように、制御回路で制御していた。

【0010】このように、永久磁石同期電動機を起動時から所定の定常回転に到るまで制御する為には、電動機に位置検出器をとりつけなければならないという問題があった。

【0011】そこで、本発明は、電動機にロータ位置検出器を設けることなくロータを起動し、所定の負荷に適合した回転数にさせることができる永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本出願の請求項1に記載の発明は、永久磁石で構成されたロータ7と、該ロータ7の周囲に配置され、励磁用の巻線9、10、11が配置されたステータ8とを備えた永久磁石式同期電動機1を制御する装置であって、ステータ8の巻線9、10、11に印加する電流を接続／断絶するスイッチング回路2と、前記ステータ8の巻線9、10、11に誘起される電圧を検出する位相検出回路5、6と、上記位相検出回路5、6の検出信号に基づいて上記スイッチング回路2を駆動するスイッチング信号を発生する制御回路4とを備え、さらに、上記ロータ7が停止状態にあるとき前記ステータ8の巻線9、10、11のうち予め定めた巻線にロータ7が回転しない程度の微小電流を通電し、このときステータ8の前記微小電流を通電しない巻線に発生した誘起電圧を検出して上記ステータ8に対するロータ7の位置を検出するロータ位置検出回路5、6と、この検出されたロータ7の位置から、ロータ7の引き込み励磁制御を行なうに際して、引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、得られた起動電流により回転周波数を増加していくモードに入り、上記誘起電圧検出装置でロータの回転が検出できるようになったときに通常運転モードに入る制御を行う制御回路4を備えた永久磁石式同期電動機の制御装置である。

【0013】また、本出願において、請求項2に記載の発明は、永久磁石で構成されたロータ7と、該ロータ7の周囲に配置され、励磁用の巻線9、10、11が配置されたステータ8とを備えた永久磁石式同期電動機1を起動する方法であって、ステータ8の巻線9、10、11に印加する電流を接続／断絶するスイッチング回路2と、前記ステータ8の巻線9、10、11に誘起される電圧を検出する検出回路7と、上記検出回路7の検出信

号に基づいて上記スイッチング回路2を駆動するスイッチング信号の発生する制御回路4とを備え、上記ロータ7が停止状態にあるとき前記ステータ8の巻線9、10、11のうち予め定めた巻線にロータ7が回転しない程度の微小電流を通電し、このときステータ8の前記微小電流を通電しない巻線に発生した誘起電圧を検出して上記ステータに対するロータの位置を検出し、この検出されたロータ7の位置から、ロータ7の引き込み励磁制御を行なうに際して、引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、得られた起動電流により回転周波数を増加していくモードに入り、上記誘起電圧検出装置でロータの回転が検出できるようになったときに通常運転モードに入る制御回路4の制御を行う永久磁石式同期電動機の制御方法である。

【0014】〔作用〕

（停止位置の検出）ロータ7が停止状態にあるとき前記ステータ8の巻線9、10、11のうち予め定めた巻線にロータ7が回転しない程度の微小電流を通電し、このときステータ8の前記微小電流を通電しない巻線に発生した誘起電圧を検出して上記ステータに対するロータの位置を検出する。即ち、ステータ8の特定の巻線（例えば+U相9、-V相10間）にロータ7が起動しない程度の微小電流を流す。その時に、電流を流していない相（例えばW相11-中点間）に発生する誘起電圧を検出してロータ7の位置を検出する。ここで、ロータ7の位置を検出することができるのは、電流を流さないステータの巻線11に発生する電圧は、ステータ8とロータ7の位置により巻線10、9のインダクタンス値が変化して特有の値を持つことに基づく。

【0015】（ロータの引き込み励磁及び起動）次に、この検出されたロータ7の位置から、ロータ7の引き込み励磁制御を行なう。この引き込み励磁は同期電動機では一般的に用いられている手法である。

【0016】本発明では、この引き込み励磁に際してロータ7の引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とする。

【0017】そして、モータを起動するに際して、得られた起動電流により回転周波数を増加していくモードに入り、上記誘起電圧検出装置でロータの回転が検出できるようになったときに制御回路での通常の電動機動作制御を行う。

【0018】これらの一連の制御により、ローターが起動した瞬間の電流を検出し、負荷に対応した投入電流を得ることができる。尚、引き込み励磁を行う時はPWM制御を行うことが好適であり、この場合徐々に電流値を上昇させる必要がある。

【0019】

【発明実施の形態】以下本発明の実施の形態に係る永久

磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法について説明する。

【0020】図1乃至図11は本発明に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法の実施の形態を示すものである。本例は、永久磁石式同期電動機として、ロータ7に2極タイプのものを、またステータ8に3相の巻線(U相、V相、W相)のものを例として説明する。

【0021】(永久磁石式同期電動機の制御装置の構成)図1は本発明に係る永久磁石式同期電動機の制御装置の全体の構成を示すものである。本例は永久磁石式同期電動機1は、車両の駆動用のものであり、内燃機関(図示していない)で駆動される交流発電機31と整流回路32と平滑用コンデンサ33とからなる電源装置から電力を得るものとしている。

【0022】同図において、1は永久磁石式同期電動機であり、同電動機1のうち7は2極(N極/S極それぞれ1極ずつ)の永久磁石で構成されたロータ、8はこのロータ7を囲い、各巻線9、10、11に駆動電流が印加され上記ロータ8を回転させるステータを示している。

【0023】また、2は上記電動機1のステータ8の各巻線9、10、11に順次駆動電流を接続/断絶するスイッチング回路、4は制御回路、22は巻線9、10、11に印加され、又は誘起される電圧を低下して分圧U4、V4、W4を出力する分圧回路を示している。

【0024】スイッチング回路2は、巻線9、10、11に電力を接続/断絶するスイッチング素子12~17と、これらのスイッチング素子12~17の接続/断絶動作を制御回路4からの電気的に絶縁して信号を伝送する絶縁ドライブ回路3とからなる。

【0025】本例では、上記制御回路4は永久磁石式同期電動機1が定常状態で回転している場合には、誘起電圧によって位相検出回路5が検出した位相信号により、ロータ7のステータ8に対する位相を検出するものとすることができる。

【0026】また、この制御回路4は永久磁石式同期電動機1が停止している場合には、ロータには誘起電圧が発生しないため、位相検出回路5により位相を検出することができないため、上記制御回路4は永久磁石式同期電動機1が停止しているものと判断する。

【0027】さらに、制御回路4は、永久磁石式同期電動機1が停止していると判断した場合に、外部から永久磁石式同期電動機1を起動する電動機運転の指令があったときには、ロータ7のステータ8に対する位相を検出し、次に、検出したロータ7のステータ8の位相に基づき、ロータ7の位置をステータ8の決められた巻線位置まで引き込むための引き込み励磁制御を行なうものである。

【0028】そして、制御回路4は、引き込み励磁に際

してロータ7の引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点での投入電流を起動電流とし、得られた起動電流により回転周波数を増加していき、位相検出回路5でロータ7の回転が検出できる状態、即ち、ロータ7の回転数が上昇し、永久磁石式同期電動機1からの誘起電圧が所定レベル以上になり、位相検出回路5でロータ7の位相が検出できる状態になったとき、スイッチング回路2のスイッチングタイミングを位相検出回路5により検出される位置情報に基づいて発生して、電動機1を定常回転させるものとしている。

【0029】図2は、図1に示した制御回路4の構成を示すものである。図2において21は、外部から指令される停止起動ON-OFF信号に基づいてラッチ信号SSと、停止起動モード指定信号LSと停止位置検出パルスを出力するタイミング発生回路であり、また23、24は位相検出回路5からの信号(U3、V3、W3)及び停止時位相検出回路6からの信号(Wfn、Wz)を制御回路4との間で電気的に絶縁して信号を伝える絶縁回路を示している。

【0030】さらに、図2において、18はロータ7の引き込み動作を行うための信号Wfn1、Wz1を発生する疑似回転信号発生回路、19は上記停止起動モード指定信号に従って上記絶縁回路23からの位置信号(U2、V2、W2)、又は上記疑似回転信号発生回路18からの疑似回転信号(UP、VP、WP)を切り換えて、回転信号(U1、V1、W1)を出力する信号選択回路、20は上記信号選択回路19からの出力信号に基づいてパルス信号(+U1、+V1、+W1、-U1、-V1、-W1)を発生する6ステップ発生回路を示している。

【0031】また、図2において、25は上記6ステップ発生回路20からのステップ信号(+U1、+V1、+W1、-U1、-V1、-W1)に対して、PWM信号や停止位置検出パルスを論理合成し信号条件に基づいて絶縁ドライブ回路3を介してスイッチング回路2に伝達する論理回路を示している。

【0032】この論理回路25は、上記PWM信号と上記ステップ信号(+U1、+V1、+W1、-U1、-V1、-W1)の論理積を出力する6つの論理積素子251~256、及び上記タイミング発生回路21からの停止位置検出パルスと上記論理積素子251~256のうち2つの論理積素子251、255の出力との論理積を出力する論理和素子257、258からなる。ここで、論理和素子257、258は、+U相及び-V相にタイミング発生回路21からの停止位置検出パルスに基づいて停止位置検出スイッチングパルスを発生させる。

【0033】この論理回路25から制御出力(+U、+V、+W、-U、-V、-W)が上記絶縁ドライブ回路3に入力されることにより、スイッチング回路2が永久

磁石式同期電動機の駆動信号を出力する。

【0034】次に、疑似回転信号発生回路18について説明する。図3は図2の制御回路2に配置した疑似回転信号発生回路18の構成を示すものである。

【0035】同図において81は、上記位相検出回路5からのゼロクロス信号及び停止時位相検出回路6からの正／負信号を受け正負論理判定信号を発生する正負論理判定回路である。

【0036】82は、上記タイミング発生回路21からのラッチ信号を受けラッチタイミング信号及び初期カウンタ値セット信号を発生するラッチタイミング発生回路である。

【0037】83は、上記正負論理判定回路81及びラッチタイミング信号発生回路82からのラッチタイミング信号を受けラッチタイミング信号の前半部分を検出してラッチ信号を発生する前半ラッチ回路、84は、上記正負論理判定回路81及びラッチタイミング信号発生回路82からのラッチタイミング信号を受けラッチタイミング信号の後半部分を検出してラッチ信号を発生する後半ラッチ回路である。

【0038】85は、上記前半ラッチ回路83と後半ラッチ回路84からのラッチ信号と、ラッチタイミング信号によって、ロータ7がどの位相に停止しているか(図5参照)を判定して、位相信号(位相1, 4信号、位相2, 5信号、位相3, 6信号)を発生する停止位置判定回路である。

【0039】86は、上記位相信号と外部から指令される正／逆回転指示信号(CW/CCW)に基づいて初期励磁位置を決定する初期励磁位置決定回路である。

【0040】87は、上記初期励磁位置決定回路86からの信号と、上記ラッチタイミング発生回路82からの初期値カウンタ値セット信号と、外部から指定される停止起動モード信号と、上記ラッチタイミング信号と疑似回転クロック信号との論理積(論理積素子89で演算される)とに基づいてロータ7が停止している可能性がある6個所の位置(ポジション1～ポジション6(図6参照))に対応し、初期カウント値を上記停止位相に基づいて決定するステップ信号を発生する6進カウンタ回路である。

【0041】88は、上記6進カウンタからのステップ信号に基づいて、ロータ7を引き込み制御するための回転信号(UP, VP, WP)を出力するUVW相回転信号変換回路である。

【0042】(永久磁石式同期電動機の制御装置の制御動作)以下上記例に係る永久磁石式同期電動機の制御装置の動作について説明する。尚、起動動作終了後の電動機の動作については、通常の永久磁石式同期電動機と同様であるのでその説明は省略する。

【0043】〔停止時でのロータ位相の検出〕まず、電動機1の停止時において、ロータ7のステータ8に対す

る位相を検出する。

【0044】本例では、制御回路4が巻線U相9とV相10に一定時間電流を流すために、図1に示すようにスイッチング素子11とU相12と-V相15とをONにしてスイッチングパルスを発生する。

【0045】このとき、巻線のうちコイルのW相11に発生する電圧は、図4に示すように、停止位相検出回路6で検出できる。即ち、巻線U相及び巻線V相に図4に示した電流を流すとき、ロータ7の位置により、ステータ8のW相の巻線11に発生する誘起電圧が異なることとなるためである。

【0046】この状態で、図5に示すように、ロータ7がどのような位相(ポジション1～ポジション6)であったとしても、図4に示したように、ステータ8のW相11にはそれぞれ異なった固有の波形の誘起電圧が発生し、ロータ7の位置を検出することができる。

【0047】〔電動機の起動〕停止時から電動機を起動する場合は、まず検出されたロータ7の位相情報により引込み励磁制御を行う。この例は、ロータ7がポジション1(図5、図6参照)にあり、このロータ7を時計回転方向(CW, 図7参照)に駆動する場合に付いて説明する。

【0048】この場合、引き込み励磁制御により、ロータ7が検出された位置に基づき、ロータ7の位置をステータ8の決められた巻線位置まで引き込む動作を行なう。

【0049】本例では、疑似回転信号発生回路18により、疑似回転信号(UP, VP, WP)を発生し、疑似回転信号(UP, VP, WP)によって図7に示すように、引込み動作を行なう。

【0050】この例では、ロータ7を図8(1)⊙に示すように、逆回転させ、その後回転励磁動作をおこなう(図8(1)⊙)。この時の引込み励磁制御は、PWM制御により電流を徐々にアップしていくようにするものとする。

【0051】そして、投入電流により得られるトルクが負荷トルクより大きくなった時点で、モーターが起動して(ロータが回転して)引込み励磁位置になる(図8(1)⊙)。

【0052】この図6に示した例は、ロータ7が図5に示したポジション1の場合であり、ロータ7が他のポジションである場合、即ちポジション2～ポジション6にある場合にも同様に制御できる。

【0053】そして、この時、ロータ7を時計回転方向(CW)に回転させるには、ロータ7を図8(1)⊙から同⊙に示すように引き込み励磁動作させ、ロータ7のN極を図6のf位置まで移動させる。この状態から回転励磁動作(図8(1)⊙)に示すように、引き込み励磁に際してロータ7の引き込み電流を次第に増加していき、投入した電流で得られるトルクが負荷トルクより大

きくなった時点での投入電流を起動電流としてく。

【0054】その後、得られた起動電流により回転周波数を増加していき、位相検出回路5でロータの回転が検出できる状態、即ち、ロータ7の回転数が上昇し永久磁石式同期電動機1から位相検出回路5で所定レベル以上の誘起電圧を検出し、ロータ7の位相が検出できる状態になったとき、スイッチング回路2のスイッチングタイミングを位相検出回路5により検出される位置情報に基づいて発生して、電動機1を定常回転させる。

【0055】また、永久磁石式同期電動機を反時計方向(CCW)に駆動するときには、上述した制御に対応させて、図9(1)、(2)に停止位置検出<sup>②</sup>、引き込み励磁動作<sup>②</sup>、回転励磁動作<sup>③</sup>として示したように、制御を行なうことができる。

【0056】〔6極タイプのロータを使用する永久磁石式同期電動機の例〕上記例は2極のロータを使用する永久磁石式同期電動機の起動について説明したが、図10、及び図11に示すようにロータに3対の磁極を備えた6極のものを使用し、ステータにU、V、Wの巻線を18個所に設けたものについても、本発明に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法を全く同様に制御することができることは明らかである。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法によれば、ロータの位置検出器を設けることなく電動機を所定回転方向に適正な起動力で起動することができる。

【0058】また、ロータの位相検出に際して位置検出器を必要としないので、位置検出器を配置するコストが低減されるほか、位置検出器を配置するスペースを削減でき、電動機を小型化でき、更に位置検出器を設けることによる信頼性の低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る永久磁石式同期電動機の制御装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】 図1に示した永久磁石式同期電動機の制御装置の制御回路を示すブロック図である。

【図3】 図2に示した制御装置の疑似回路信号発生回路の構成を示すブロック図である。

【図4】 図5に示す各ロータポジションにおけるW相電圧とスイッチング信号とを示す波形図である。

【図5】 実施の形態に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法の電動機停止時のロータポジションの具体例を示す図である。

【図6】 ロータとステータの状態を示す図である。

【図7】 ステータの各コイルの状態を示す波形図である。

【図8】 実施の形態に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法の引込み励磁制御におけるロータの停止位置検出から回転励磁までのステータの励磁とロ

ータの一連の動作をロータの2つの停止位置から示す図である。

【図9】 実施の形態に係る永久磁石式同期電動機の制御装置、及び制御方法の引込み励磁制御におけるロータの停止位置検出から引込み励磁までのステータの励磁とロータの一連の動作をロータの2つの停止位置から示す図である。

【図10】 本発明に係る他の実施の形態に係る6極タイプの永久磁石式同期電動機の起動状態の停止時からの励磁制御を示す図である。

【図11】 本発明に係る他の実施の形態に係る6極タイプの永久磁石式同期電動機の起動状態の他の停止位置における停止時からの励磁制御を示す図である。

【符号の説明】

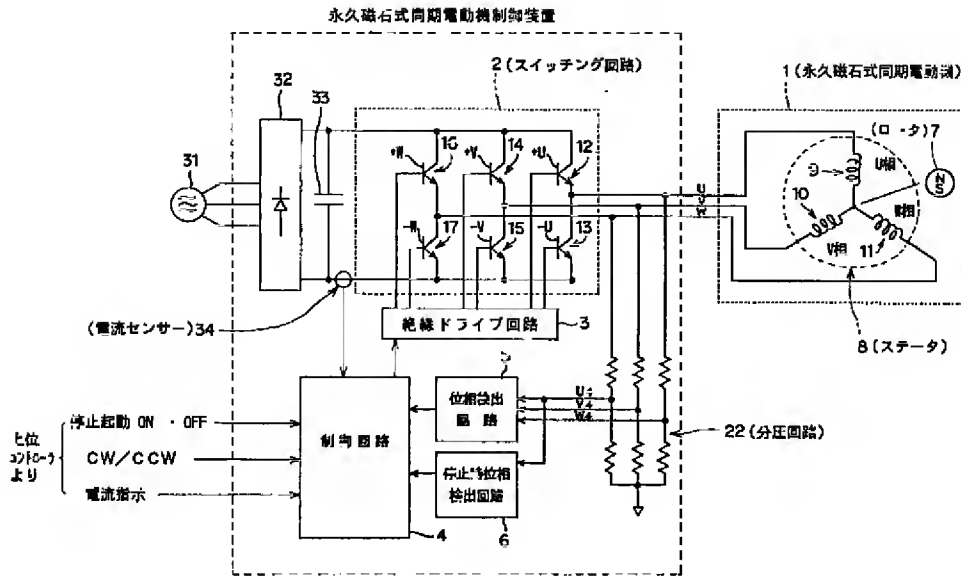
- 1 永久磁石式同期電動機
- 2 スwitchング回路
- 3 絶縁ドライブ回路
- 4 制御回路
- 5 位相検出回路
- 6 停止時位相検出回路
- 7 ロータ
- 8 ステータ
- 9 巻線U相
- 10 巻線V相
- 11 巻線W相
- 12 スwitchング素子+U
- 13 スwitchング素子-U
- 14 スwitchング素子+V
- 15 スwitchング素子-V
- 16 スwitchング素子+W
- 17 スwitchング素子-W
- 18 疑似回転信号発生回路
- 19 信号選択回路
- 20 6ステップ発生回路
- 21 タイミング発生回路
- 22 分圧回路
- 23 絶縁回路
- 24 絶縁回路
- 25 論理回路
- 26 電流制御PWM発生回路
- 27 疑似回転クロック発生
- 31 交流発電機
- 32 整流回路
- 33 平滑用コンデンサ
- 34 電流センサー
- 81 正負論理判定回路
- 82 ラッチタイミング発生回路
- 83 前半ラッチ回路
- 84 後半ラッチ回路
- 85 停止位置判定回路

86 初期励磁位置決定回路

88 UVW相回転信号変換回路

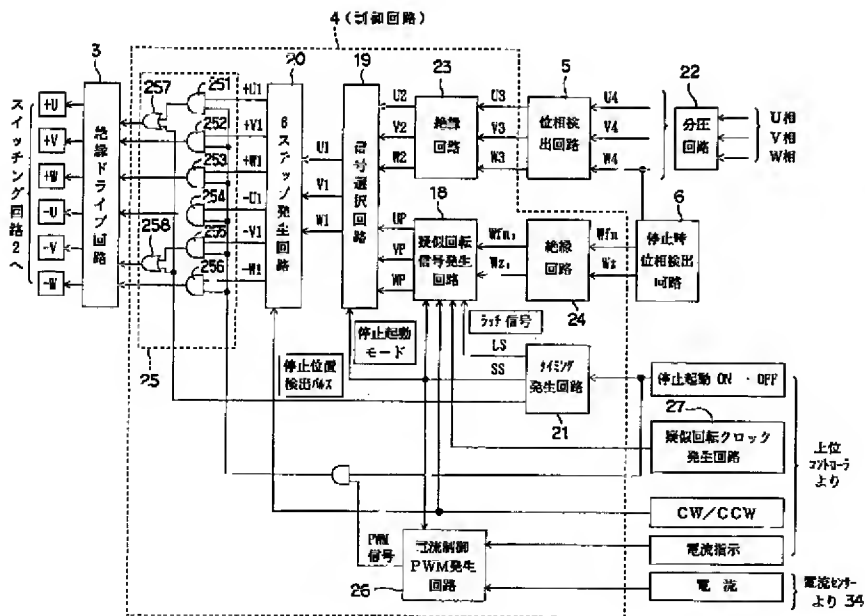
87 6進カウンタ回路

【図1】

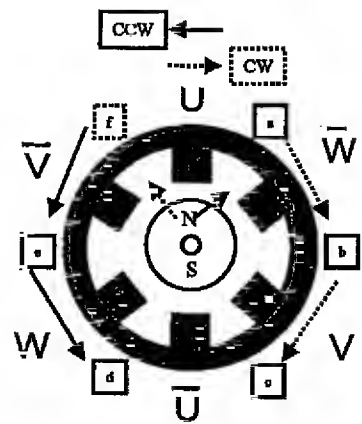
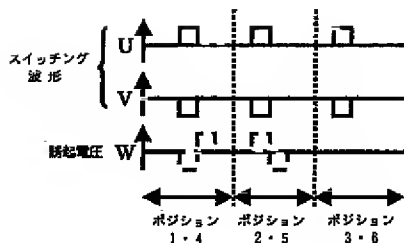


【図2】

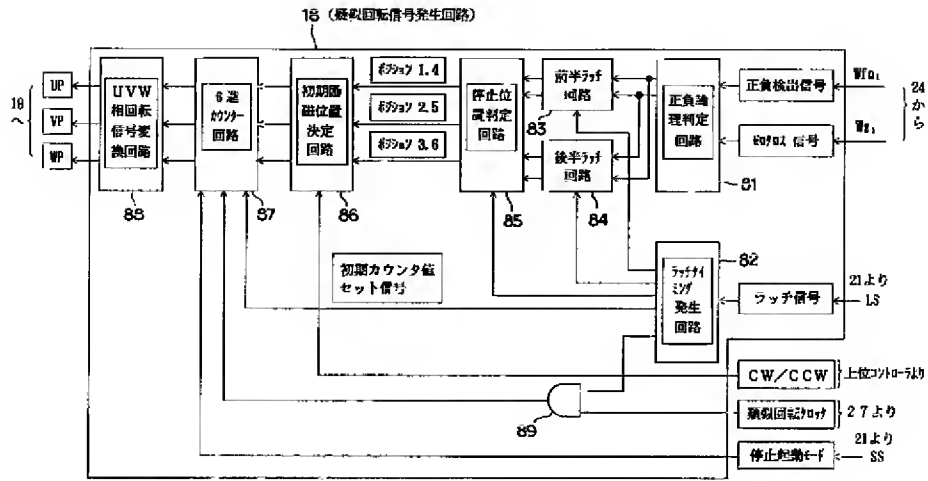
【図6】



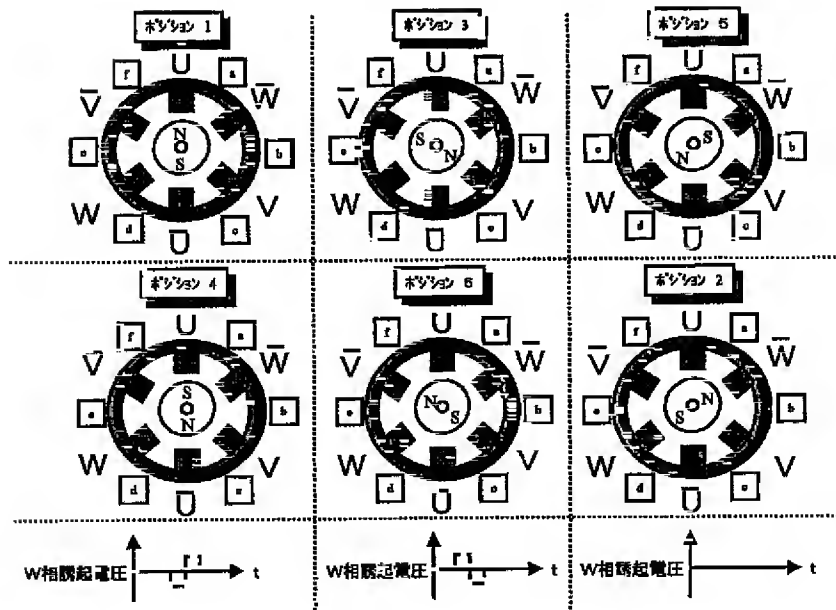
【図4】



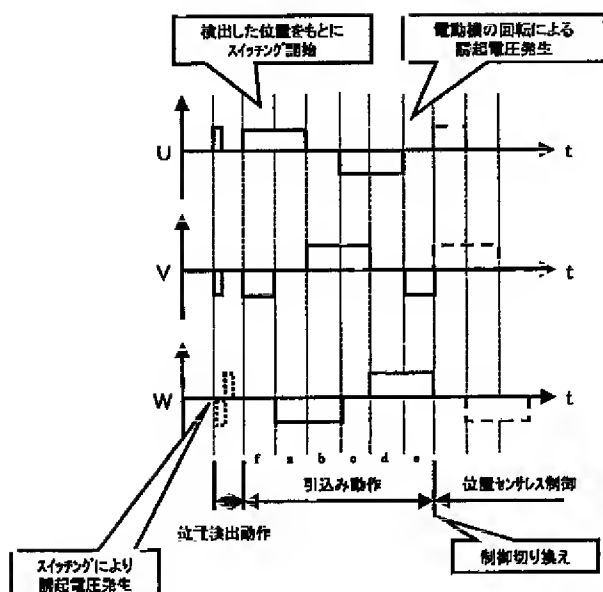
【図3】



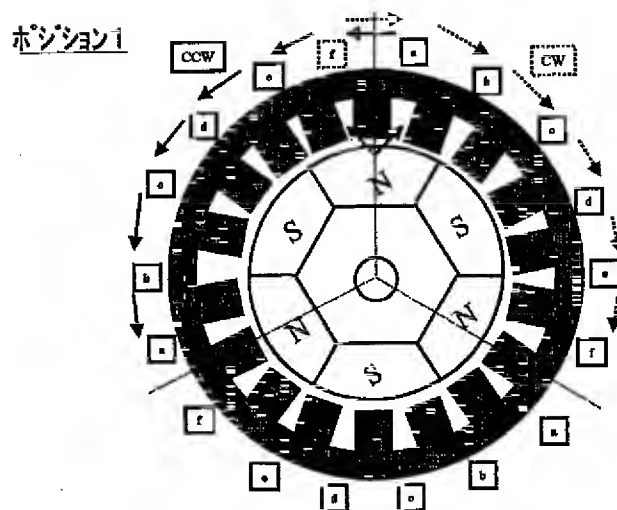
【図5】



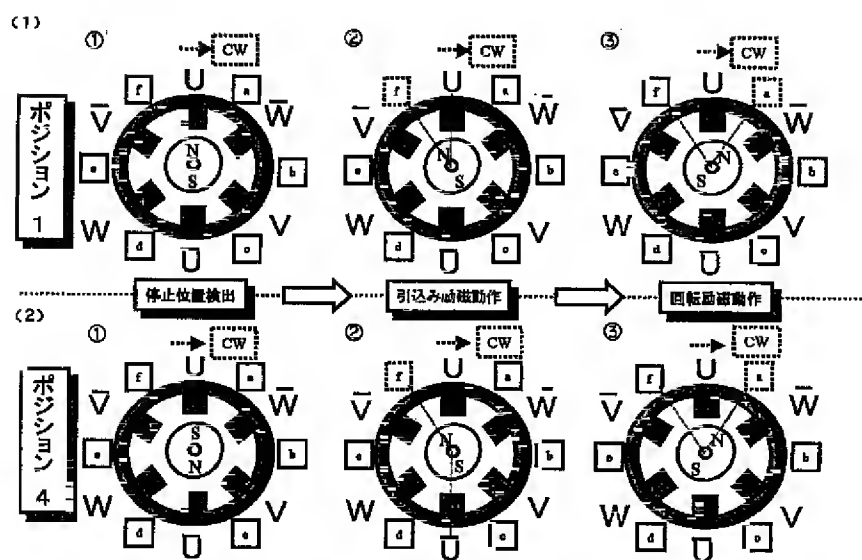
【图7】



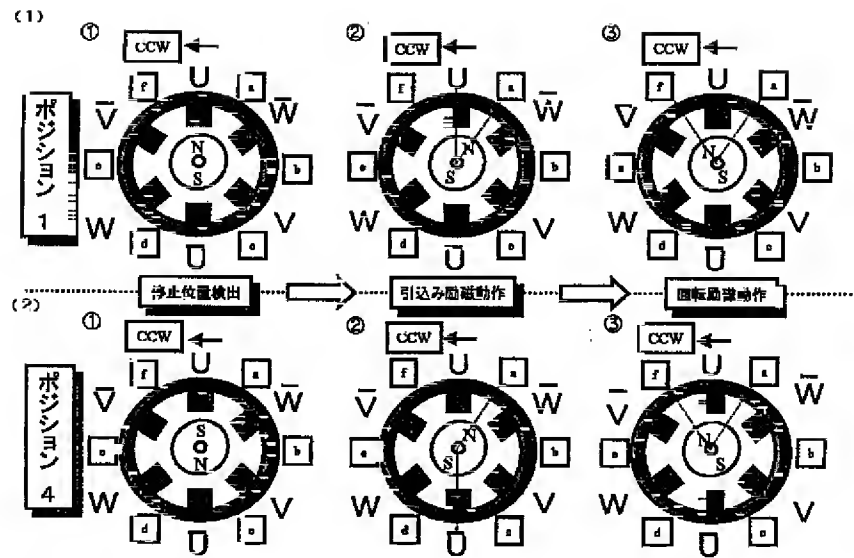
【図 10】



【图8】



【図9】



【図11】

